

Trabalho de Conclusão de Curso

COMPARAÇÃO DA CAPACIDADE DE DOIS LOCALIZADORES APICAIS ELETRÔNICOS DE DETERMINAR O LIMITE APICAL DA INSTRUMENTAÇÃO ENDODÔNTICA: ESTUDO *EX VIVO*

Martha Klasener



**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Martha Klasener

**COMPARAÇÃO DA CAPACIDADE DE DOIS
LOCALIZADORES APICAIS ELETRÔNICOS
DE DETERMINAR O LIMITE APICAL DA
INSTRUMENTAÇÃO ENDODÔNTICA: ESTUDO *EX VIVO***

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Mara Cristina Santos Felipe

Co-orientadora: Profa. Gabriela Santos Felipe

Florianópolis
2012

Martha Klasener

**COMPARAÇÃO DA CAPACIDADE DE DOIS
LOCALIZADORES APICAIS ELETRÔNICOS DE
DETERMINAR O LIMITE APICAL DA INSTRUMENTAÇÃO
ENDODÔNTICA: ESTUDO *EX VIVO***

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 10 de abril de 2012.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Mara Cristina Santos Felipe
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Ana Maria Hecke Alves
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dra. Cleonice da Silveira Teixeira
Universidade Federal de Santa Catarina

À **Deus**, que plantou em mim esse sonho e que tem me acompanhado em cada dia, em cada dificuldade, em cada alegria e que não me deixou desistir.

Aos meus pais, **Elmo e Eda Ivone Klasener**, que acreditaram em mim e no meu sonho, não medindo esforços para que eu o pudesse realizar.

Pelo apoio e amor incondicional e, principalmente, pela educação e carinho que foram fundamentais para minha formação.

Ao meu amado irmão, **Thiago Klasener**, pelo exemplo que representa em minha vida, meu eterno companheiro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores que passaram por minha vida, tanto aqueles que participaram na minha formação profissional como aqueles que me ofereceram os ensinamentos básicos.

Agradeço à minha orientadora Profa. Mara Cristina Santos Felipe e à minha co-orientadora Gabriela Santos Felipe que com toda dedicação e paciência me acompanharam. Agradeço também à Profa. Ana Maria Hecke Alves por ter colaborado na execução deste trabalho.

Agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de estudar numa instituição de ensino pública de qualidade.

Agradeço às amigas Ana P. S. Kronbauer, Giulia C. Godoi, Jaqueline Rietjens, Luiara Zachow, Martina F. Fensterseifer e Raquel R. Wolf pela amizade de uma vida, pela confiança e por compreenderem minhas ausências.

Agradeço os colegas de faculdade, não apenas pelos cinco anos de convivência, mas por terem feito parte de um momento único e especial da minha vida, em especial as colegas Ana Paula Haisi Klita, Paula Canever da Silva, Mariele Grieser, ao colega Guilherme Menegotto Filho e, principalmente, minha parceira, dupla na clínica e amiga Suhéllen V. Dengo.

*Se andarmos apenas por caminhos já traçados,
chegaremos apenas aonde os outros chegaram.*

Alexander Graham Bell

Klasener M. Comparação da capacidade de dois localizadores apicais eletrônicos de determinar o limite apical de instrumentação endodôntica: estudo *ex vivo*. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Florianópolis: Curso de Graduação em Odontologia da UFSC; 2011.

RESUMO:

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de dois aparelhos eletrônicos localizarem o forame e a constrição apical, limites considerados importantes para a instrumentação endodôntica. Foram empregados 100 dentes humanos, com raízes únicas e completamente formadas. Após o acesso aos canais, os dentes foram medidos pela técnica direta, inserindo-se uma lima Flexofile calibre 15 no canal até que a sua ponta fosse visualizada no bordo mais cervical do forame apical. Nesta posição, um cursor de silicone foi deslizado até o bordo de referência e a lima foi, então, removida do canal. A distância compreendida entre o cursor e a ponta da lima foi medida em uma régua (precisão de 0,5 mm) e registrada como comprimento do dente (CD). Em seguida, os dentes foram medidos, duas vezes, por dois localizadores apicais eletrônicos: Root ZX e SmarPex. Para a primeira medida, a lima foi introduzida no canal até que os aparelhos acusassem que a sua ponta chegou ao forame apical. Com a lima nesta posição, o cursor foi deslizado até o bordo de referência e a lima foi removida do canal e medida conforme descrito para a técnica direta, sendo o comprimento obtido registrado como comprimento eletrônico/forame (CEF). Para a segunda medida, a lima foi introduzida no canal até que os aparelhos acusassem que a sua ponta chegou à constrição apical. Após a remoção da lima, a medida obtida foi registrada como comprimento eletrônico/constrição (CEC). Para avaliar a capacidade dos aparelhos localizarem o forame de cada dente, o CEF foi considerado aceitável quando coincidente com ou diferente $\pm 0,5$ mm do CD. Para

avaliar a capacidade dos aparelhos localizarem a constrição apical, o CEC foi considerado aceitável quando coincidente com ou de 0,5 a 1,0 mm menor do que o CD. O percentual de medidas eletrônicas (CEF e CEC) aceitáveis foi avaliado estatisticamente pelo teste de proporções, num nível de significância de 5%. Considerando o limite de tolerância de $\pm 0,5$ mm, os percentuais de medidas aceitáveis fornecidas pelo Root ZX e Smarpex na localização do forame e da constrição foram de 88% e 94%, e de 87% e 94%, respectivamente, sem diferenças estatísticas no desempenho dos dois aparelhos.

Palavras-chave: Localizador apical eletrônico; odontometria; preparo do canal radicular.

Klasener M. Comparison of the ability of two electronic apex locators to determine the apical limit of endodontic instrumentation: an *ex vivo* study. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Florianópolis: Curso de Graduação em Odontologia da UFSC; 2011.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the ability of two electronic devices in locating the apical foramen and apical constriction, limits considered important for endodontic instrumentation. One hundred extracted human teeth with single and completely formed roots were used. After the root canal access, the teeth were measured directly inserting a size 15 K-Flexofile in the root canal until its tip was visible at the major foramen. In this position a stop of silicon was slipped to the edge of reference and the file was then removed from the root canal. The distance between the silicon stop and the file tip was measured on a ruler (precision 0.5 mm) and recorded as tooth length (TL). Then, the teeth were measured twice by two electronic apex locators: Root ZX and SmarPex. For the first measurement, the file was inserted into the root canal until the device registered that its tip reached the apical foramen. With the file in this position, the silicon stop was slipped to the edge of reference and the file was removed and measured as described for the direct technique. This length was recorded as electronic length/foramen (ELF). For the second measurement, the file was inserted into the root canal until the device registered that its tip reached the apical constriction. After removing the file, the measurement was obtained and recorded as electronic length/constriction (ELC). To evaluate the effectiveness of the apical locators provide the length of each tooth, the ELF was considered acceptable when coincident with or ± 0.5 mm different from the TL. To evaluate the ability of the devices to locate the apical constriction, the ELC was considered acceptable when coincident with or 0,5 to 1,0 mm shorter than the TL. The percentage of acceptable

electronic measurements (ELF and ELC) was evaluated statistically by proportions test, at a significance level of 5%. Considering the tolerance limit of ± 0.5 mm, the percentages of acceptable measurements provided by the Root ZX and Smarpex in the location of the apical foramen and constriction were 88% and 94% and 87% and 94%, respectively, without statistical differences in the performance of the two devices.

Keywords: Electronic apex locator; odontometry, root canal instrumentation.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....19

2 ARTIGO.....27

 Introdução.....29

 Material e métodos.....31

 Resultados.....35

 Discussão.....37

 Referências.....39

3 REFERÊNCIAS.....44

4 APÊNDICE.....53

5 ANEXO.....58

1 INTRODUÇÃO

Para que o tratamento endodôntico seja bem sucedido, é imprescindível que o comprimento do dente seja determinado com exatidão, tornando possível realizar a instrumentação em toda a extensão do canal dentinário, ou seja, até as proximidades da união cimento-dentina (limite CDC), com total respeito aos tecidos ápico-periapicais (LAURETTI; ISAAC, 2005).

Em 1929, Grove afirmou, na Sociedade Dental do Estado da Pensilvânia (artigo publicado em 1930), que a junção cimento-dentinária é o ponto de contato da dentina e do cimento primário no ápice de um dente (GROVE, 1930). A “linha” de demarcação entre essas duas estruturas se deve às diferentes características histológicas que esses tecidos apresentam. Segundo o autor, para se manter a integridade dos tecidos periapicais, o canal deve ser completamente selado após a remoção da polpa. O ponto até o qual a obturação deve se estender é a junção cimento-dentinária. Se a obturação não atinge essa junção, bactérias presentes nos túbulos dentinários poderão alcançar os tecidos periapicais, via forame (GROVE, 1930).

Kuttler (1955) destacou que a forma afunilada do canal cementário, ao lado das irregularidades e variações na forma e no diâmetro do forame apical, dificulta a correta obturação dessa região. Em razão disso, sugeriu que a obturação fosse realizada 0,5mm aquém do forame, resguardando assim o canal cementário e evitando deixar túbulos dentinários abertos, reforçando a orientação dada por Grove anos antes.

Setzer et al. (1973) demonstraram que a obturação do canal deve se limitar à região de constrição apical, aumentando, assim, os índices de sucesso do tratamento endodôntico. Por isso, o limite CDC é considerado um referencial anatômico importante do endodontista que, ao se referir a ele durante o tratamento endodôntico, faz uso do termo

“limite apical de trabalho” ou “de comprimento de trabalho” (RAMOS, 2005).

Essa preocupação em descobrir o limite apical é facilmente explicada, pois nos casos de polpa viva, o trauma causado pelo uso de instrumentos no tecido alojado no canal cementário (coto pulpar ou coto apical), ou até no periápice, gera inflamações mais intensas e submete o paciente a maior desconforto pós-operatório. A manutenção da vitalidade desse tecido é importante, pois, quando mantido íntegro, ele possibilita melhor resultado na terapia endodôntica. Por outro lado, em casos de necrose pulpar com a presença de lesão periapical, o canal cementário está profundamente contaminado, necessitando assim ser esvaziado e desinfetado pelo uso de instrumentos endodônticos e de produtos químicos. Em qualquer dessas situações (polpa viva ou necrosada), o cuidado na determinação do limite de trabalho evitará consequências desagradáveis, tais como a formação de degraus na parede do canal radicular, instrumentação e/ou obturação inadequadas, perfuração radicular e pós-operatório sintomático (FERREIRA et al., 1998).

Muitas técnicas têm sido empregadas na tentativa de determinar, com precisão, o comprimento de instrumentação dos canais radiculares. Quando do surgimento do tratamento endodôntico, no fim do século XIX, as radiografias não haviam sido aplicadas à Odontologia. Àquela época, o comprimento de trabalho era indicado pelo método tátil digital, ou seja, era determinado como sendo o ponto no qual o paciente “sentia” dor, quando do toque do instrumento no periodonto apical. Obviamente, esse procedimento proporcionava muitos erros, além de ser muito desconfortável (RAMOS, 2005).

Com o advento e a aplicação da Radiologia na Odontologia, os dentes tratados e avaliados por meio das radiografias indicaram a imprecisão do método da sensibilidade tátil digital (Ramos, 2005). Atualmente, o método radiográfico é amplamente utilizado para determinação do limite apical da intervenção endodôntica,

principalmente empregando as técnicas de BREGMAN (1950) e INGLE (1957).

Embora forneçam informações importantes para a execução da endodontia, as radiografias apresentam algumas desvantagens, como tempo relativamente prolongado de processamento para obtenção da imagem (REAL et al., 2004), distorções de imagens (CHUNN, ZARDIACKAS, MENKE, 1981; MILANO, SILVA, 1988), e exposição do paciente à radiação. Além dessas desvantagens, vários estudos mostraram que o método radiográfico não oferece precisão na localização do forame apical (LEVY; GLATT, 1970, PALMER et al., 1971, CHUNN et al. 1981, OLSON et al.1991, ELAYOUTI et al. 2002), mesmo em experimentos realizados sob condições favoráveis (RAMOS, 2005). O fato de o forame apical assumir uma posição excêntrica em relação ao vértice da raiz dificulta, sobremaneira, a correta determinação do nível apical de intervenção endodôntica através desse método, principalmente quando a lateralidade se dá por vestibular ou lingual do elemento dental (LEVY; GLATT, 1970).

Outro fator a ser considerado é com relação aos achados de Lambjerg-Hansen (1974), que comparou a distância do material obturador ao forame apical através de radiografias e análise histológica, e concluiu que as radiografias tendem a indicar uma distância maior do que a evidenciada pela avaliação histológica (LAMBJERG-HANSEN, 1974).

As desvantagens das radiografias incentivaram a busca de alternativas, dentre elas a medição eletrônica, para a obtenção de uma medida de comprimento de trabalho confiável que permita ao profissional realizar os procedimentos operatórios em um limite biologicamente compatível.

Em 1915, Custer já demonstrava preocupação em determinar o limite de intervenção no canal radicular. Reconhecia que a precisa localização do forame apical não era fácil, mesmo em raízes retas, e propôs o método eletrônico como uma possível solução. Suzuki, em

1942, e mais tarde Sunada, em 1962, recomendaram o uso de aparelhos ou dispositivos eletrônicos para efetuar a localização do forame apical.

Estudando a passagem de corrente elétrica pelos tecidos dentários, Susuki (1942) verificou que a resistência elétrica entre um instrumento inserido como eletrodo no canal radicular e outro aplicado na mucosa bucal apresentava valores constantes. Baseado nisso, Sunada (1962) apresentou um dispositivo no qual utilizava um resistômetro de corrente contínua, cujo princípio de funcionamento baseava-se na medição da resistência elétrica entre o interior do canal e o periodonto apical.

Desde então, diversos aparelhos têm sido desenvolvidos com o intuito de auxiliar na determinação do comprimento de trabalho. Ao longo do tempo, esses aparelhos sofreram uma sensível evolução técnica, proporcionando resultados bastante satisfatórios quanto à precisão e confiabilidade na determinação do limite apical de instrumentação.

Em relação ao funcionamento dos aparelhos de diferentes gerações, a classificação mais aceita é a apresentada na revisão de McDonald):

- 1ª geração: tipo resistência (corrente contínua) – Utilização de corrente contínua na medição da resistência elétrica. A passagem de corrente contínua induz o surgimento de polarização, acarreta necrose de células do tecido envolvido e dor durante a medição. Além disso, a maior desvantagem do método da resistência reside no fato de fornecer medições imprecisas caso o canal apresente algum tipo de umidade em seu interior, pois a presença de líquido de qualquer natureza, ou mesmo do tecido pulpar, faz com que o circuito seja fechado antes da chegada da lima ao forame apical, prejudicando a determinação do comprimento do dente (McDONALD, 1992).
- 2ª geração: tipo impedância (corrente alternada) – Utilização de corrente alternada e avaliação da impedância que está não só relacionada com a resistência elétrica dos tecidos, mas também com a capacidade de

medição dos eletrodos (GENOVA et al., 1997). Conforme Ramos (2005), diferentes estudos constataram que a modificação do circuito interno dos aparelhos assegurou maior precisão na medição e menor desconforto ao paciente, porém dificultou os procedimentos de leitura devido à necessidade de o eletrodo da lima estar envolto por um material isolante.

- 3ª geração: tipo frequência (corrente alternada, duas ou mais frequências) - Com respeito ao mecanismo de funcionamento desses aparelhos, deve-se considerar que o dente funciona como um capacitor com acúmulo de cargas elétricas no periodonto e no interior do canal radicular. A dentina funciona como um isolante e permite a propagação de corrente elétrica em toda a extensão do canal radicular, denominada impedância. Os localizadores do tipo impedância frequência dependente (3ª geração) realizam o cálculo, através de dois sinais de frequência, dos diferentes valores de impedância no interior do canal radicular. Quanto maior a constrição, próxima do limite CDC, mais difícil é a condução de eletricidade e, conseqüentemente, maior é a impedância. Segundo estudos de Pilot et al. (1997), o ponto de maior impedância ocorre numa região situada a 0,25 mm da abertura foraminal.

Utilizado pelos localizadores mais recentes, este princípio apresenta vantagens quando comparado com os dos primeiros aparelhos lançados, especialmente a de medir os canais radiculares em condições úmidas, inclusive na presença de eletrólitos. Outra grande vantagem é que esses localizadores apicais são capazes de localizar a constrição apical, o que não é possível radiograficamente (LUCISAN et al., 2009).

Ao se utilizar o método eletrônico na determinação do comprimento de trabalho, a exposição do paciente à radiação pode ser reduzida em função do menor número de tomadas radiográficas. Outra vantagem é a redução da hora clínica e do custo do tratamento endodôntico, pela diminuição do tempo de trabalho do profissional (HEIDEIMANN et al., 2009).

Vários localizadores apicais eletrônicos (LAEs) de 3ª geração, como o Just II, Tri Auto ZX, Apex Finder AFA, Endex, Apit, Bingo 1020, e principalmente o Root ZX têm sido bastante investigados. O Root ZX utiliza o cálculo de relação das impedâncias para duas diferentes frequências (400 Hz e 8 kHz) entre eletrodos, permitindo a localização do forame tanto em canais secos como em presença de umidade (sangue, exsudato ou soluções irrigadoras como hipoclorito de sódio) ou de tecido pulpar (FELIPPE et al., 1997). Alguns estudos têm mostrado que ele também é eficiente para medir dentes decíduos (LEONARDO et al., 2008; TOSUN et al., 2008; LUCISANO et al., 2009) e dentes permanentes submetidos à retratamento endodôntico (ALVES et al., 2005).

Felippe et al. (1997) avaliaram, *in vitro*, a capacidade do Root ZX fornecer a medida de 315 dentes humanos unirradiculados. Em 96,4% dos dentes, as medidas realizadas com o aparelho coincidiram com as fornecidas pelo método direto.

Bonetti et al. (2007) concluíram que o Root ZX é de fácil manuseio, não necessita de calibragem a cada nova medida, e apresenta sinais audiovisuais de ótima qualidade, podendo ser utilizado em canais úmidos contendo sangue, exsudato ou soluções irrigadoras como hipoclorito de sódio.

Jenkins et al. (2001) analisaram, em 30 dentes unirradiculados extraídos, a precisão do Root ZX na presença de várias substâncias: lidocaína com 1:100 de epinefrina 2%, hipoclorito de sódio 5,25%, RC Prep, ácido etilenodiamino tetracético (EDTA), peróxido de hidrogênio 3% e Peridex. Os resultados obtidos indicaram que esse localizador eletrônico fornece medidas confiáveis, inclusive de dentes com canais longos, e que as substâncias empregadas não dificultaram nem impediram a determinação do comprimento de trabalho.

Utilizando 30 pré-molares extraídos, com 43 canais radiculares, Elayouti et al. (2002) compararam a capacidade do Root ZX e de radiografias de fornecerem o comprimento de trabalho. O instrumento

endodôntico ultrapassou o forame apical em 51% e em 21% dos canais radiculares medidos pelas radiografias e pelo Root Zx, respectivamente.

Souza et al. (2006) avaliaram a eficácia de diferentes LAEs e do método radiográfico na obtenção da odontometria de dentes com polpa vital ou necrótica, ou com indicação de retratamento endodôntico. Os elementos foram divididos em três grupos (10 dentes) de acordo com o aparelho utilizado: Root ZX, Endex e Novapex. Primeiro foi realizada a odontometria pelo método radiográfico (técnica de Ingle) e, em seguida, com um dos localizadores. Não houve diferença estatística significativa entre os aparelhos testados, os quais foram significativamente mais eficazes do que o método radiográfico na obtenção da odontometria.

Outro aparelho de 3ª geração introduzido no mercado é o SmarPex (S-DENTI CO., LTD, Seoul, Korea), que foi testado por Kang e Kim (2008), mostrando desempenho satisfatório e similar ao dos outros localizadores avaliados (Apex Finder 7005, Apit, Bingo-1020, e-Magic Finder, ProPex e Root ZX).

Alguns fabricantes citam, no manual de instruções, que seus aparelhos são capazes de localizar o forame e a constrição apical. Outros, apesar de não fazerem tal citação, alegam que é possível monitorar, pelo visor do aparelho, a distância da ponta da lima ao forame, em décimos de milímetro.

Considerando a importância de se determinar o limite apical de instrumentação endodôntica no tratamento de dentes vitais e não vitais, o propósito deste estudo é o de avaliar a capacidade deste novo aparelho (SmarPex) localizar o forame e a constrição apical) comparando as medidas por ele fornecidas com as obtidas pela medição direta e com o uso do Root ZX, de confiabilidade já comprovada.

2 ARTIGO

Comparação da capacidade de dois localizadores apicais eletrônicos de determinar o limite apical de instrumentação endodôntica: estudo *ex vivo*.

Martha Klasener

Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil

Artigo formatado segundo as diretrizes do Journal of Endodontics.

Resumo

Introdução: O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de dois aparelhos eletrônicos localizarem o forame e a constrição apical. **Metodologia:** Foram utilizados 100 dentes humanos, com raízes únicas e totalmente formadas. Após o acesso aos canais, os dentes foram medidos inserindo-se uma lima Flexofile calibre 15 no canal até que a sua ponta fosse visualizada no bordo mais cervical do forame apical. Nesta posição, um cursor de silicone foi deslizado até o bordo de referência e a lima foi, então, removida do canal. A distância entre o cursor e a ponta da lima foi medida em uma régua (precisão de 0,5 mm) e registrada como comprimento do dente (CD). Em seguida, os dentes foram medidos, duas vezes, por dois localizadores apicais eletrônicos: Root ZX e SmarPex. Para a primeira medida, a lima foi introduzida no canal até que os aparelhos acusassem que a sua ponta chegou ao forame apical. Com a lima nesta posição, o cursor foi deslizado até o bordo de referência e a lima foi removida do canal e medida conforme descrito anteriormente, sendo o comprimento obtido registrado como comprimento eletrônico/forame (CEF). Para a segunda medida, a lima foi introduzida no canal até que os aparelhos acusassem que a sua ponta chegou à constrição apical. Após a remoção da lima, a medida obtida foi registrada como comprimento eletrônico/constrição (CEC). Para avaliar a capacidade dos aparelhos localizarem o forame, o CEF foi considerado aceitável quando coincidente com o CD ou $\pm 0,5$ mm diferente. Para avaliar a capacidade dos aparelhos localizarem a constrição apical, o CEC foi considerado aceitável quando coincidente com ou de 0,5 a 1,0 mm menor do que CD. O percentual de medidas eletrônicas aceitáveis foi calculado e avaliado pelo teste de proporções ($\alpha = 5\%$). **Resultados:** Considerando o limite de tolerância de $\pm 0,5$ mm, os percentuais de medidas aceitáveis fornecidas pelo Root ZX e Smarpex na localização do forame e da constrição foram de 88% e 94%, e de 87% e 94%, respectivamente. Não houve diferença estatística no desempenho dos

dois aparelhos. **Conclusão:** Os dois aparelhos foram confiáveis na determinação do limite apical de instrumentação endodôntica

Palavras-chave: Localizador apical eletrônico; odontometria; preparo do canal radicular.

Introdução

A correta determinação do comprimento de trabalho durante a terapia endodôntica constitui fator fundamental para o sucesso do tratamento (1). Erros na odontometria, por descuido ou imperícia, podem resultar em perfuração apical, sobre ou subinstrumentação, sobre ou subobturação, dor pós-operatória, além de instrumentação e obturação deficientes.

Muitas técnicas têm sido desenvolvidas com o intuito de facilitar a execução da odontometria durante o tratamento endodôntico (2). A radiografia é tradicionalmente empregada na prática clínica para a determinação do comprimento de trabalho, bem como para obter informações a respeito da anatomia do canal radicular e da condição dos tecidos periapicais. Entretanto, a determinação precisa desse comprimento é dificultada em função de variações anatômicas, da sobreposição de estruturas anatômicas, de erros técnicos ou erros na projeção. Além disso, as radiografias fornecem uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional (3).

Os métodos que utilizam interpretação de imagens radiográficas apresentam um considerável índice de insucesso na localização da constrição apical, reforçando a necessidade de utilização de um método mais preciso e confiável de cálculo do comprimento de trabalho (4).

Para superar as dificuldades do método radiográfico, o método eletrônico, realizado por meio dos chamados localizadores apicais eletrônicos (LAEs), tem sido utilizado como uma alternativa interessante para medir dentes em tratamento. Esse método tem sido estudado e aprimorado desde a metade do século XX. A partir dos

primeiros experimentos de Suzuki (5) e de Sunada (6), houve um apreciável desenvolvimento, superando os problemas iniciais encontrados, principalmente no que tange à incapacidade de leitura em canais que contêm soluções irrigadoras condutoras de corrente elétrica (4).

A primeira geração de LAEs (tipo resistência) foi baseada na resistência elétrica existente entre a mucosa bucal e o ligamento periodontal, enquanto que a segunda geração foi baseada no princípio da impedância. Entretanto, esses dispositivos eram falhos, principalmente pela incapacidade de leitura em canais contendo soluções irrigadoras condutoras de corrente elétrica, o que acabou restringindo seu uso (3).

A terceira geração de localizadores, mais empregada atualmente, é representada por dispositivos que se baseiam na diferença de impedância para duas frequências diferentes e, portanto, os erros provenientes das condições do canal radicular e condições de medição podem ser desconsiderados para todos os efeitos práticos (7). Esses localizadores mais recentes têm muitas vantagens quando comparados com os primeiros aparelhos lançados, especialmente porque são capazes de fazer medições sob condições secas e úmidas, inclusive na presença de eletrólitos.

Estudos comparando o método eletrônico com o radiográfico demonstraram melhores resultados com o eletrônico, pois esses aparelhos de 3ª geração são capazes de indicar a posição da constricção e do forame apical, enquanto que as radiografias, quando muito, só indicam a posição do vértice radiográfico da raiz, o qual é coincidente em menos de 50% dos casos com a posição real do forame apical (3).

Vários LAEs de 3ª geração, como o Just II, Tri Auto ZX, Apex Finder AFA, Endex, Apit, Bingo 1020, e principalmente, o ROOT ZX, têm sido investigados. O Root ZX utiliza o cálculo de relação das impedâncias para duas diferentes frequências (400 Hz e 8 kHz), permitindo a localização do forame tanto em canais secos como na presença de umidade (sangue, exsudato ou soluções irrigadoras) ou de

tecido pulpar, ou em casos de retratamento (6) e de tratamento de dentes decíduos (7, 8). Em função de seu bom desempenho, este aparelho tem sido utilizado como parâmetro para comparação com novos aparelhos que entram no mercado (9-14).

Um aparelho de 3ª geração, recentemente introduzido no mercado, é o SmarPex (S-DENTI CO., LTD, Seoul, Korea), que foi testado por Kang e Kim (2008), mostrando desempenho satisfatório e similar ao dos outros localizadores avaliados (Apex Finder 7005, Apit, Bingo-1020, e-Magic Finder, ProPex e Root ZX).

Considerando a importância de se determinar o limite apical da instrumentação endodôntica em dentes com polpa viva e necrosada, o propósito deste estudo foi avaliar a capacidade deste novo aparelho (SmarPex) localizar o forame e a constrição apical, comparando as medidas por ele fornecidas com as obtidas pela medição direta e com o Root ZX, de confiabilidade já comprovada

Material e métodos

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (ANEXO 1). Foram utilizados 100 dentes humanos, unirradiculados, superiores e inferiores, com raízes completamente formadas, que foram previamente doados pelos pacientes através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Protocolo 693/10).

À medida que foram sendo obtidos, os dentes foram lavados com hipoclorito de sódio 1% e estocados em formol 10%. Antes do início do experimento, foram lavados com água corrente durante 24h. Realizado o acesso endodôntico, a patência do canal e do forame foi verificada com uma lima Flexofile calibre 15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) introduzida no canal até ultrapassar 0,5 mm o forame apical. Quando necessário, os bordos de referência foram planificados com um disco de carborundum para facilitar as futuras mensurações. Os

dentes foram numerados e medidos pelo método direto e eletrônico conforme descrito a seguir:

Método direto:

Uma lima Flexofile (Dentsply Maillefer) calibre 15, de 31 mm, foi introduzida no canal até que a sua ponta fosse visualizada, com o auxílio de uma lupa (2,5 X), no bordo mais cervical do forame apical. Com a lima nesta posição, um cursor de silicone, adaptado ao seu intermediário, foi deslizado até o bordo de referência incisal. A lima foi removida do canal e a distância entre o cursor e a ponta da lima foi medida em uma régua (precisão de 0,5 mm). As medidas obtidas, denominadas daqui por diante de comprimento do dente (CD), foram devidamente registradas para as futuras comparações com as medidas fornecidas pelos aparelhos eletrônicos testados.

Método eletrônico:

A mensuração pelo método eletrônico foi efetuada pelo Root ZX (J. Morita Co., Tóquio, Japão) e SmarPex (S-DENTI CO., LTD, Seoul, Korea) (Figura 1).

Os dentes foram fixados, na altura da junção cimento-esmalte, à tampa perfurada de um frasco plástico (Figura 2a) de forma que a raiz ficasse submersa em soro fisiológico, contido no interior do frasco. Em outra perfuração na tampa (Figura 2b) foi adaptado o grampo labial do aparelho empregado, o qual também permaneceu em contato com o soro. O canal radicular foi preenchido com soro fisiológico até a altura do terço cervical, deixando a câmara pulpar livre de solução.

Em cada dente foram obtidas duas medidas eletrônicas com os diferentes localizadores apicais. Para a primeira medida, a lima foi introduzida no canal até que os aparelhos acusassem que a sua ponta chegou ao forame apical. Com a lima nesta posição, o cursor foi deslizado até o bordo de referência e a lima foi removida do canal e medida conforme descrito para a técnica direta, sendo o comprimento

obtido registrado como comprimento eletrônico/forame (CEF). Para a segunda medida, a lima foi introduzida no canal até que os aparelhos acusassem que sua ponta chegou à constrição apical. Após a remoção da lima, a medida obtida foi registrada como comprimento eletrônico/constrição (CEC).

Critério de avaliação:

Para avaliar a capacidade dos aparelhos localizarem o forame apical de cada dente, o CEF foi considerado aceitável quando coincidente com o CD ou diferente $\pm 0,5$ mm (limite de tolerância). Considerando-se que a constrição apical está situada, aproximadamente, a 0,5 mm do forame, e aplicando-se o mesmo limite de tolerância ($\pm 0,5$ mm), o CEC foi considerado aceitável quando coincidente com ou de 0,5 a 1,0 mm menor do que o CD. O número de medidas eletrônicas (CEF e CEC) aceitáveis fornecidas pelos aparelhos testados foi avaliado estatisticamente pelo teste de proporções, num nível de significância de 5%.

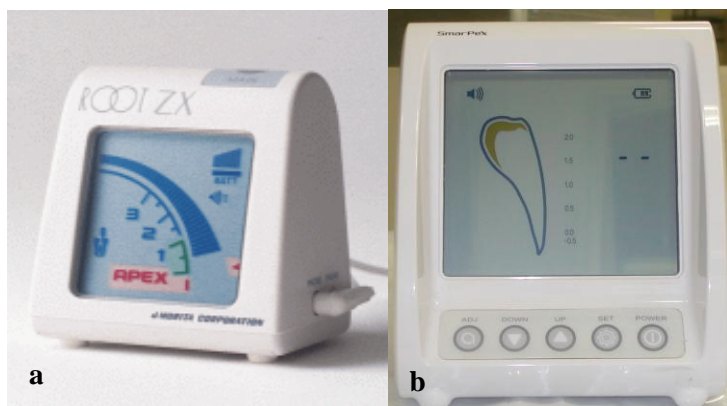


Figura 1. Aparelhos eletrônicos utilizados: Root ZX (a) e SmarPex (b).



Figura 2: Dispositivo utilizado para as mensurações eletrônicas: (a) dente fixado na perfuração; b) perfuração para o grampo labial.

Resultados

As medidas obtidas pelo método direto e pelos localizadores apicais nos dois pontos avaliados (forame e constrição apical), bem como as diferenças entre elas são apresentadas na seção APÊNDICES.

A Tabela 1 expressa as diferenças entre o CD e as medidas fornecidas pelos aparelhos no momento em que indicaram que o instrumento atingiu o forame apical (CEF). Considerando o limite de tolerância de $\pm 0,5$ mm, o Root ZX e o SmarPex foram capazes de localizar o forame em 88% e em 94% dos dentes, respectivamente, não havendo diferença significativa no desempenho dos dois aparelhos ($p = 0,217$). Em apenas 1 dente, o uso do Smarpex forneceu um comprimento de 3 mm menor do que o CD.

A Tabela 2 expressa as diferenças entre o CD e as medidas fornecidas pelos aparelhos no momento em que indicaram que o instrumento atingiu a constrição apical (CEC). Considerando o limite de tolerância de $\pm 0,5$ mm, o Root ZX e o Smarpex foram capazes de localizar a constrição apical em 87% e em 94% dos dentes, respectivamente, sem diferença significativa no desempenho dos dois aparelhos ($p = 0,148$). Em 13 e em 6 dentes, a ponta da lima ultrapassou o limite de tolerância quando do uso do Root ZX e do Smarpex, respectivamente.

Considerando-se a capacidade do Root ZX e do Smarpex localizarem o forame apical, a média dos comprimentos obtidos foi de -0,22 mm ($\pm 0,45$) e de -0,21 mm ($\pm 0,45$), respectivamente. Isso demonstra que as medidas fornecidas pelos dois aparelhos ficaram, dentro do limite desejado, ou seja, $\pm 0,5$ mm do CD.

Considerando-se a capacidade do Root ZX e do Smarpex localizarem a constrição apical, a média dos comprimentos obtidos foi de -0,75 mm ($\pm 0,46$) e de -0,71 mm ($\pm 0,45$), respectivamente. Isso também demonstra que as medidas fornecidas pelos dois aparelhos ficaram dentro do limite desejado, ou seja, em -0,5 do CD $\pm 0,5$ mm.

Tabela 1: Diferenças entre o CD e as medidas fornecidas pelos aparelhos no momento em que o instrumento atingiu o forame apical (CEF).

(CD x CEF)	Número de dentes		Percentual de medidas aceitáveis ($\pm 0,5$ mm)	
	Root ZX	Smarpex	Root ZX	Smarpex
+ 0,5 *	12	08	12	8
0	47	51	47	51
- 0,5*	29	35	29	35
- 1,0	10	05	-	-
-1,5	02	-	-	-
-3	-	01	-	-
Total	100	100	88%	94%

*Sinal positivo indica valor maior do que o CD.

**Sinal negativo indica valor menor do que o CD.

Tabela 2: Diferenças entre o CD e as medidas fornecidas pelos aparelhos no momento em que o instrumento atingiu a constrição apical (CEC).

(CD x CEC)	Número de dentes		Percentual de medidas aceitáveis ($\pm 0,5$ mm)	
	Root ZX	Smarpex	Root ZX	Smarpex
0	11	09	11	9
- 0,5*	46	51	46	51
- 1,0	30	34	30	34
- 1,5	10	05	-	-
-2,0	03	-	-	-
-3,5	-	01	-	-
Total	100	100	87%	94%

*Sinal negativo indica valor menor do que o CD.

Discussão

O método eletrônico para determinação do comprimento de instrumentação endodôntica evoluiu expressivamente nas últimas décadas, ganhando grande popularidade na endodontia de dentes permanentes (15). Atualmente, muitos profissionais utilizam os LAEs para substituir ou complementar a odontometria obtida pelo método radiográfico (16).

Miguíta et al. (14) relatam que os LAEs, principalmente os de terceira geração como o Root ZX, possuem confiabilidade superior a do método radiográfico tradicional e digital, o que os torna uma ferramenta indispensável para a terapia endodôntica moderna.

Muitas das pesquisas realizadas para avaliar a confiabilidade dos LAEs registram resultados diferentes (17-20). De acordo com Real et al. (26), essa variação de resultados está relacionada ao tipo de metodologia utilizada em cada pesquisa e ao tipo de estudo (in vivo, in vitro ou ex vivo). Analisando o Endex, Fouad et al. (21) observaram que a umidade presente no interior dos canais gerou dificuldades para a obtenção das medidas eletrônicas. Além disso, em dentes com forames apicais amplos houve maior variação da média e desvio padrão do que em dentes com forames apicais mais estreitos (21). Ao testarem o Root ZX em dentes decíduos com e sem reabsorção, Tosun et al. (7) também verificaram que a dimensão do forame apical pode interferir na precisão das medidas. Embora a influência da amplitude do forame não tenha sido objeto deste estudo, foi percebido que as medidas foram mais difíceis de obter naqueles dentes cujo diâmetro do forame estava próximo de 0,4 mm.

Considerando o limite de tolerância de $\pm 0,5$ mm, os resultados obtidos nesta pesquisa com o Root ZX confirmam os de estudos já realizados (2-5, 9-13). O aparelho foi capaz de localizar o forame e a constrição apical em 88% e 87% dos dentes, respectivamente.

Neste estudo, o Smarpex localizou o forame e a constrição apical em 94% dos dentes. Não houve diferença significativa entre o seu

desempenho e o do Root ZX. Em relação ao Smarpex, o único estudo citado na literatura foi realizado por Kang & King (27). Quando comparados os desempenhos de sete LAEs, frente ao uso de diferentes soluções irrigadoras, o Smarpex e o Root ZX se mostraram confiáveis quando testados na presença de hipoclorito de sódio a 5,25%. Nesse estudo também foi observado que a largura do forame apical influenciou o desempenho dos aparelhos.

Reforçando a confiabilidade desses dois aparelhos, deve ser ressaltado que, tanto em relação ao forame como em relação à constrição, as médias e os desvios-padrão das medidas eletrônicas ficaram dentro do limite de tolerância de $\pm 0,5$ mm do CD.

Na maioria dos estudos desta natureza é utilizado um limite de tolerância (margem de erro) de $\pm 0,5$ mm do comprimento direto. Essa margem de erro é aplicada devido à dificuldade de se visualizar o ponto exato em que a lima alcança o bordo mais cervical do forame. Além disso, a relação entre cursor/bordo de referência, cursor/régua e ponta da lima/régua também é de difícil controle visual. Portanto, diferenças de $\pm 0,5$ mm entre o CD e CE foram consideradas aceitáveis, pois podem ter sido causadas por essas dificuldades e não pela falta de precisão do aparelho em localizar o forame e a constrição.

Alguns autores utilizam um limite de tolerância de $\pm 1,0$ mm (1, 6-8, 15, 18). Se este limite for aplicado aos resultados desta pesquisa os percentuais de acerto do Root e Smarpex para a localização do forame seriam ainda mais favoráveis, subindo para 98% e 99%, respectivamente. Em relação à localização da constrição os percentuais subiriam para 97% (Root ZX) e 99% (Smarpex). Resultados similares foram encontrados por Heidemann et al. (13).

Finalmente, embora os resultados desta pesquisa não possam ser plenamente extrapolados para a prática clínica deve ser ressaltado que a metodologia aqui utilizada já foi empregada em pesquisas prévias com bons resultados (9-15, 17-20, 22, 23), reforçando que o aparato é

capaz de simular as condições clínicas e pode ser utilizado para avaliar medidas fornecidas por aparelhos eletrônicos (24).

Foi possível concluir que o Root ZX e o Smarpex foram confiáveis na localização do forame e da constrição apical, limites considerados importantes para a instrumentação endodôntica.

Referências

1. Brito-Júnior M, Camilo CC, Oliveira AM, Soares JA. Precisão e confiabilidade de um localizador apical na odontometria de molares inferiores, estudo in vitro. *Rev. Odonto Ciênc* 2007;58:293-8.
2. Ferreira CM, Fröner IC, Bernardineli N. Utilização de duas técnicas alternativas para localização do forame apical em Endodontia: avaliação clínica e radiográfica. *Rev Odontol USP* 1998;12:241-6.
3. Lucisan MP, Leonardo MR, Nelson-filho P, Silva RAB. Utilização de localizadores eletrônicos foraminais na determinação da odontometria, em dentes decíduos. *Cienc Odontol Bras* 2009;12:73-81.
4. Ramos CAS, Bramante CM. *Odontometria: fundamentos e técnicas*. 2005; São Paulo: Santos, p. 130.
5. Suzuki K. Experimental study on iontophoresis. *Japanese Journal of Stomatology* 1942;16:411-29.
6. Sunada I. New method for measuring the length of the root canals. *J Dent Res* 1962;41:375-87.

5. Felipe MCS, Soares IML, Soares IJ. In vitro evaluation of an audiometric device in locating the apical foramen of teeth. *Endod & Dent Traumat* 1994;10:220-2.
6. Alves AMH, Felipe MCS, Felipe WT, Rocha MJC. Ex vivo evaluation of the capacity of the Tri Auto ZX to locate the apical foramen during root canal retreatment. *Int Endod J* 2005;38:718-24.
7. Tosun G, Erdemir A, Eldeniz AU, Sermet U, Neser Y. Accuracy of two electronic apex locators in primary teeth with and without apical resorption: a laboratory study. *Int Endod J* 2008;41:436-41.
8. Leonardo MR, Silva LAB, Nelson-Filho P, Silva RAB, Raffaini MSG. Ex vivo evaluation of the accuracy of two electronic apex locators during root canal length determination in primary teeth. *Int Endod J* 2008;41:317-21.
9. Kaufman AY, Keila S, Yoshpe M. Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. *Int Endod J* 2002;35:186-92.
10. Lucena-Martin C, Robles-Gijon V, Ferrer-Luque CM, Navajas RMJM. In vitro evaluation of the accuracy of three electronic apex locators. *J Endod* 2004;30:231-3.
11. Siu C, Marshall JG, Baumgartner JC. An in vivo comparison of the Root ZX II, the apex NRG XFR, and mini apex locator by using rotary nickel-titanium files. *J Endod* 2009;35:962-5.

12. Camargo EJ, Zapata RO, Medeiros PL, Bramante CM, Bernardineli N, Garcia RB. Influence of preflaring on the accuracy of length determination with four electronic apex locators. J Endod 2009; 35:1300-2.

13. Heidemann R, Vailati F, Teixeira CS, Oliveira CAP, Pasternak Júnior B. Análise comparativa *ex vivo* da eficiência na odontometria de três localizadores apicais eletrônicos: Root ZX, Bingo 1020 e Ipex. Rev Sul-Bras de Odontol 2009;6:7-12.

14. Miguita KB, Cunha RS, Davini F, Fontana CE, Bueno CES. Análise comparativa de dois localizadores apicais eletrônicos na definição do comprimento de trabalho na terapia endodôntica: estudo *in vitro*. Rev Bras Odontol 2011;8:27-32.

15. Anele JA, Tedesco M, Silva BM, Filho FB, Leonardi DP, Haragushiku G, Tomazinho FSF. Análise *ex vivo* da influência do preparo cervical na determinação do comprimento de trabalho por três diferentes localizadores apicais eletrônicos. Rev Sul Bras Odontol 2010;7:138-45.

17. D'Assunção FLC, Albuquerque DS, Ferreira LCQ. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an *in vitro* study. J Endod 2006;32:560-2.

18. Bernardes RA, Vasconcelos BC, Bernardineli N, Baldi JV, Bramante CM. Evaluation of precision of length determination with 3 electronic apex locators: Root ZX, Elements diagnostic unit and Apex

Locator, and RomiAPEX D-30. Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;104:91-4.

19. Felipe WT, Felipe MCS, Reyes-Carmona JF, Crozoé FCI, Alvisi BB. Ex vivo evaluation of the ability of the Root ZX II to locate the apical forâmen na to control the apical extent of Rotary canal instrumentation. Int Endod J 2008;41:502-7.

20. Kim E, Lee CY, Kim IK. An in vivo comparison of working length **determinations** by only Root-ZX apex locator versus combining Root-ZX apex locator with radiographs using a new impression technique. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;105:79-83.

21. Fouad AF, Rivera EM, Krell KV. Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. J Endod 1993;19:63-7.

22. Kobayashi C. Electronic canal length measurement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995;79:226-31.

23. Felipe MCS, Lucena M, Soares IJ. Avaliação da precisão de um aparelho audiométrico na determinação do comprimento dos dentes. Rev Bras Odontol 1997;54:47-52.

24. Huang L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. J Endod 1987;13:60-4.

25. Shabahang S, Goon WW, Gluskin AH. An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator. J Endod 1996;22:616-8.

26. Real DG, Carvalho ALP, Paleari GSL, Neto KO, Moura AAM, Davidowicz H. Análise comparativa “in vitro” entre os localizadores apicais eletrônicos Just II e Root ZX. Rev Inst Ciênc Saúde 2006;24:201-5.
27. Kang JA, Kim SK. Accuracies of seven different apex locators under various conditions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;106:57-62.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A.M.H., FELIPPE, M.C.S., FELIPPE, W.T., ROCHA, M.J.C. **Ex vivo evaluation of the capacity of the Tri Auto ZX to locate the apical foramen during root canal retreatment.** J. Endod., 38, 718–724, 2005.
- ANELE, J.A., TEDESCO, M., SILVA, B. M., FILHO, F. B., LEONARDI, D. P., HARAGUSHIKU, G., TOMAZINHO, F. S. F. **Análise *ex vivo* da influência do preparo cervical na determinação do comprimento de trabalho por três diferentes localizadores apicais eletrônicos.** RSBO, v. 7, n. 2. Joinville, 2010.
- BEILKE, L.P.; BARLETTA, F.B.; VIER-PELISSER, F.V.; **Avaliação in vitro da confiabilidade do localizador eletrônico Bingo na determinação do comprimento de trabalho, em situação de polpa vital e necrosada.** Rev. Odonto Ciência, Porto Alegre, v.20, n.48, 2005.
- BERNARDES, R. A., VASCONCELOS, B. C., BERNARDINELI, N., BALDI, J. V., BRAMANTE, C. M. **Evaluation of precision of lenght determination with 3 eletronic apex locators: Root ZX, Elements diagnostic unit and Apex Locator, and RomiAPEX D-30.** Oral Med Oral Pathol Oral radiol Endod, 104(4), 2007.
- BEST, E.J.; GERVASIO, W.; SOWLE, J.T.; WINTER, S.; GURNEY, F. **A new method of tooth length determination for endodontic practice.** Dent Dig, v. 66, p. 450-454, 1960

BONETT, C., ARMOND, M.C., GAZOLLA, M.S., CORSETT, S.A., PERERA, J. **Avaliação comparativa entre dois métodos na odontometria: radiográfico e eletrônico.** Arq. Bra. de Odontol., 3(1):17-24, 2007.

BREGMAN, R.C. **A mathematical method of determining the length of a tooth for root canal treatment and filing.** J Can Dent Assoc, v. 16, p. 305-306, 1950.

BRITO-JÚNIOR, M., CAMILO, C.C., OLIVEIRA, A.M., SOARES, J.A. **Precisão e confiabilidade de um localizador apical na odontometria de molares inferiores, estudo in vitro.** Rev. Odonto Ciênc., Porto Alegre, v. 22, n. 58, p. 293-298, 2007.

CAMARGO E. J., ZAPATA, R. O., MEDEIROS, P. L., BRAMANTE, C. M., BERNARDIELI, N., GARCIA, R. B., et al. **Influence of preflaring on the accuracy of length determination with four electronic apex locators.** J Endod. 35(9):1.300-2, 2009.

CHUNN, C. B.; ZARDIACKAS, L. D.; MENKE, R. A. **In vitro root canal length determination using the Forameter.** J. Endod., v. 7, n.11, p.515-20, 1981

CUSTER, L. E. **Exact methods of location the apical foramen.** J Nati Dent Res, v. 5, p. 815-819, 1918.

D'ASSUNÇÃO, F. L. C., ALBUQUERQUE, D. S., FERREIRA, L. C. Q. **The ability of two apex locators to the locate the apical forâmen: na in vitro study.** J. Endod., 32(6), 2006.

DAHLIN, J. **Eletronic measurement of the apical foramen.** Quintessence Int, v. 10, n. 1, p. 13-22, 1979.

DE DEUS. **Preparo dos canais radiculares: etapas operatórias auxiliares.** Endodontia. 5a ed. Rio de Janeiro: Medsi; p. 312-33, 1992.

DUMMER, P. M., MCGINN, J. H., REES, D. G. **The position an topography of the apical canal constriction and apical constriction.** Int Endod J. 17: 192-198, 1984.

ELAYOUTI, A., WEIGER, R., LÖST, C. **The ability of Root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length.** J. Endod., v. 28, n. 2, p. 116-9, 2002.

FELIPPE, W. T., FELIPPE, M. C. S., CARMONA, J. R., CROZOÉ, F. C. I., ALVISI, B. B. **Ex vivo evaluation of the ability of the Root ZX II to locate the apical forâmen na to control the apical extent of Rotary canal instrumentation.** J. Endod., 41: 502-7, 2008.

FELIPPE, M.C.S., LUCENA, M., SOARES, I.J. **Avaliação da precisão de um aparelho audiométrico na determinação do comprimento dos dentes.** RBO, v.54, n.1, 1997.

FELIPPE, M.C.S., SOARES, I.M.L., SOARES, I.J. **In vitro evaluation of na audiometric device in locating the apical foramen of teeth.** Endodontic & Dental Traumatology, 10: 220–222, 1994.

FERREIRA, C.M, FRÖNER, I.C., BERNARDINELI, N. **Utilização de duas técnicas alternativas para localização do forame apical em Endodontia: avaliação clínica e radiográfica.** Rev Odontol. USP, v.12, n. 3, p. 241-246, 1998.

FOUAD, A. F., RIVERA, E. M., KRELL, K. V. **Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size.** J Endod., 19: 63-76, 1993.

GENOVA, U., BUSSINI, B., POGGIO, C. **Los localizadores electrónicos del ápice endodóntico.** J. Endod. Pract., v.3, n.4, p.29-36, 1997.

GREEN, D. A., **A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior theeth.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol.,9: 1224-1232, 1956.

GROVE, C.J.; **A rational technique for pulp-canal surgery.** Dent. Cosmos, 74(5)451-62, 1932.

GROVE, C. J. **Na accurate new technique for filling root canals to the dentino-cemental junction wiyh impermeable materials.** J. Amer. Dent. Ass., v.16, p. 1594-1600, 1929.

HEIDEMANN, R.; VAILATI, F.; TEIXEIRA, C.S.; OLIVEIRA, C.A.P.; PASTERNAK JUNIOR, B.; **Análise comparativa ex vivo da eficiência na odontometria de três localizadores apicais eletrônicos: Root ZX, Bingo 1020 e Ipex.** Rev. Sul-Bras. de Odontol., v.6, n.1, 2009.

KAUFMAN, A. Y., KEILA, S., YOSHPE, M. **Accuracy of a new apex locator: an in vitro study.** Int Endod J. 35:186-92, 2002.

JENKINS, J.A., WALKER, W.A., SCHINDLER, W.G., FLORES, C.M. **An in vitro evaluation of the accuracy of the ROOT ZX in the presence of various irrigants.** J. Endod., 2001.

KANG J.A., KIM S.K. Accuracies of seven different apex locators under various conditions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod., 106(4):57-62, 2008.

KAUFMAN, A. Y., KEILA, S., YOSHPE, M. **Accuracy of a new apex locator: an in vitro study.** Int Endod J., 32: 186-92, 2002.

KELLER, M. E.; BROWN, C. E. Jr, NEWTON C. W. **A clinical evaluation of the Endocater – an electronic apex locator.** J Endod. 1991;17:271-4. Ingle JJ. Endodontic instrument and instrumentation. Dent Clin North Am., 18(11):805-22, 1957.

KIELBASSA, A.M., MULLER, U., MUNZ, I., MONTING, J.S., OBERKIRCH, V. **Clinical evaluation of the measuring accuracy of**

ROOT ZX in primary teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol., v.95, n.1, 2003.

KIM, E., LEE, C. Y., KIM, I. K. An in vivo comparison of working length determinations by only Root-ZX apex locator versus combining Root-ZX apex locator with radiographs using a new impression technique. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 105(4): 79-83, 2008.

KOBAYASHI, C. Electronic canal length measurement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol., 79(2):226-3, 1995.

KUTTLER, Y. Microscopic investigation of root apices. J. Am. Dent. Assoc., 50(5): 544-552, 1955.

LAMBJERG-HANSEN, H. Vital and mortal pulpectomy on permanent human teeth. Scand. J. Dent. Res., 82:243-332, 1974.

LEE, S.J., NAM, K.C., KIM, Y.J., KIM, D.W. Clinical accuracy of a new apex locator with a automatic compensation circuit. Journal of Endodontics, 2002.

LEONARDO, M. R., SILVA, L. A. B., NELSON-FILHO, P., SILVA, R. A. B., RAFFAINI, M. S. G. G. Ex vivo evaluation of the accuracy of two electronic apex locators during root canal length determination in primary teeth. Inter Endod Journ., 41, 317-321, 2008.

LEVY, A.B., GLATT, L. **Deviation of the apical foramen from the radiographic apex.** J. New Jersey Dental Soc., 17: 1086-1087, 1930.

LUCENA, M.G.; FELIPPE, M.C.S.; SOARES, I.S. **Nível apical do tratamento endodôntico.** RBO, v.52, n.6, p.6-9, 1995.

LUCENA-MARTIN, C., ROBLES-GIJON, V., FERRER-LUQUE, C. M., NAVAJAS, R.M. J. M. **In vitro evaluation of the accuracy of three electronic apex locators.** J Endod., 30(4): 231-3, 2004.

LUCISANO, M.P., LEONARDO, M.R., NELSON-FILHO, P., SILVA, R.A.B. **Utilização de localizadores eletrônicos foraminais na determinação da odontometria, em dentes decíduos.** Cienc Odontol Bras., 12 (2): 73-81, 2009.

MAACHAR, DF; SILVA PG; BARROS, RMG; PEREIRA, KFS. **Evaluation of the accuracy Novapex apex locator: in vitro study.** Rev. Odontol UNESP, 7(1): 41-46, 2008.

McDONALD, N. J. **The electronic determinati on of working length.** Dent Clin. North Amer. V. 36, n.2, p. 293-307, 1992.

MIGUITA, K. B., CUNHA, R. S., DAVINI, F., FONTANA, C. E., BUENO, C. E. S. **Análise comparativa de dois localizadores apicais eletrônicos na definição do comprimento de trabalho na terapia endodôntica: estudo *in vitro*.** RBO, 8(1): 27-32, 2011.

OISHI, A.; YOSHIOKA, T.; KOBAYASHI, C.; SUDA, H. **Electronic detection of root canal constrictions.** J. Endod., 28:361-4, 2002.

OLSON, A.K.; GOERIG, A. C.;, CAVATAIO, R.E. **The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen.** Int Endod J., 24(1):28-35, 1991.

PAGAVINO, G., PACE, R., BACCETTI, T. **A SEM study of in vivo accuracy of the Root ZX aletronic apex locator.** J Endod., 24: 438-441, 1998.

PRATTEN, D. H., McDONALD, N. J. **Comparison of radiographic and electronic working lengths.** J Endod., 22: 173-176, 1996.

PECORA, J.D.; SEIXAS, F.H.; COPELLI, A. **Limite apical do preparo endodôntico.** FORP- USP, 2004.

RAMOS, C.A.S.; BRAMANTE, C.M; **Odontometria: fundamentos e técnicas.** São Paulo: Santos, p. 130, 2005.

REAL, D.G., CARVALHO, A. L. P., PALEARI, G. S. L., NETO, K. O., MOURA, A. A. M., DAVIDOWICZ, H. **Análise comparativa “in vitro” entre os localizadores apicais eletrônicos Just II e ROOT ZX.** Rev Inst Ciênc Saúde, 24(3): 201-5, 2006.

RENNER, D., BARLETTA, F.B., DOTTO, R. F., DOTTO, S.R. **Avaliação clínica do localizador apical eletrônico NOVAPEX em**

dentes anteriores. Revista Odonto Ciência – Fac. Odonto/PUCRS, v. 22, n. 55, 2007.

SAITO, T.; YAMASHITA, Y. **Electronic determination of root canal length by newly developed measuring device.** Dent Jpn, 27(1):65-72, 1990.

SANTOS, J.C. B. **Análise comparativa, in vitro, da eficiência na odontometria de três localizadores apicais (Root ZX, Bingo 1020 e Novapex).** Piracicaba (SP), 2005.

SELTZER, S.; SOLTANOFF, W. & SMITH, J. **Biologic aspects of endodontics V. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation beyond the apex and root canal fillings short of and beyond the apex.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 36(5): 725-737, 1973.

SHABAHANG, S., GOON, W. W., GLUSKIN, A. H. **An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator.** J Endod., 22: 616-618, 1996.

SIU, C., MARSHALL, J. G., BAUMGARTNER, J. C. **An in vivo comparison of the Root ZX II, the apex NRG XFR, and mini apex locator by using rotary nickel-titanium files.** J Endod. 2009 Jul;35(7):962-5.

SOUZA, R., VILHENA, F.S., SASSONE, L.M., RABAMG, H.R.C., TCHEOU, C., JACINTO, R.C., GOMES, B.P.F.A., SOUZA-FILHO, F.J. **Avaliação in vivo de três localizadores apicais comparados com**

método radiográfico na odontometria. Anais 23ºEncontro SBPqO, Atibaia, 2006.

SUNADA, I. New method for measuring the length of the root canals. J Dent Res., 41(2):375-87, 1962.

TOSUN, G., ERDEMIR, A., ELDENIZ, A. U., SERMET, U., NESER, Y. Accuracy of two eletronic apex locators in primary teeth with without apical resorption: a laboratory study. Inter Endod Journ., 41, 436-441, 2008.

VERSIANI, M. A., BERTINI, L. F. C., SOUSA, C. J. A. O paradigma do limite apical de instrumentação – estudo in vivo. J. Bras. Endodontia, 5(16):20-30, 2004.

VAJRABHAYA, L., TEPMONGKOL, P. Accuracy of apex locator. Endod Dent Traumatol., 13: 180-182, 1997.

APÊNDICE

De nte	C D	RootZ X CEF	CD/ CEF	RootZX CEC	CD/ CEC	SmarPe x CEF	CD/ CEF	SmarPe x CEC	CD/ CEC
1	17	17	0	16,5	-0,5	17	0	16,5	-0,5
2	24	24	-0,5	23,5	-1	24	-0,5	23,5	-1
3	24,5	24,5	0,5	24	0	24	0	23,5	-0,5
4	21	21	0	20,5	-0,5	21	0	20,5	-0,5
5	23	23	0	22,5	-0,5	23	0	22,5	-0,5
6	20	20	0	19,5	-0,5	19,5	-0,5	19,5	-0,5
7	24	24	0	23,5	-0,5	21	-3	20,5	-3,5
8	21	21	0	20,5	-0,5	21	0	20,5	-0,5
9	21	20,5	-0,5	20	-1	20,5	-0,5	20	-1
10	22,5	22	-0,5	21,5	-1	22	-0,5	21,5	-1
11	19	19	0	18,5	-0,5	19	0	18,5	-0,5
12	20	20	0	19,5	-0,5	20	0	19,5	-0,5
13	21,5	22	0,5	21,5	0	22	0,5	21,5	0
14	21	20,5	-0,5	20	-1	21	0	20,5	-0,5
15	23	22,5	-0,5	22	-1	22,5	-0,5	22	-1
16	22	21,5	-0,5	21	-1	21,5	-0,5	21	-1
17	21	21	0	20,5	-0,5	21	0	20,5	-0,5
18	26,5	26,5	0	26	-0,5	26,5	0	26	-0,5
19	20	19,5	-0,5	19	-1	20	0	19,5	-0,5
20	25	25	0	24,5	-0,5	25	0	24,5	-0,5
21	22	22,5	0,5	22	0	22	0	21,5	-0,5

De nte	C D	RootZ x CEF	CD/ CEF	RootZX CEC	CD/ CEC	SmarPe x CEF	CD/ CEF	SmarPe x CEC	CD/ CEC
22	19	19	0	18,5	-0,5	18,5	-0,5	18	-1
23	22	21,5	-0,5	21	-1	21,5	-0,5	21	-1
24	26	26	0	25,5	-0,5	26	0	25,5	-0,5
25	22	22,5	0	22	-0,5	22,5	0	22	-0,5
26	22	22	0	21,5	-0,5	22	0	21,5	-0,5
27	23	23,5	0,5	23	0	23	0	22,5	-0,5
28	26	26,5	0,5	26	0	26	0	25,5	-0,5
29	24	24,5	0	24	-0,5	24	-0,5	23,5	-1
30	22	22,5	0	22	-0,5	22,5	0	22	-0,5
31	26	26	-0,5	26	-0,5	26	-0,5	25,5	-1
32	22	22,5	0	22	-0,5	22,5	0	22	-0,5
33	24	24	-0,5	24	-0,5	24,5	0	24	-0,5
34	24	24	0	23,5	-0,5	24	0	23,5	-0,5
35	25	25,5	0	25	-0,5	25,5	0	25	-0,5
36	21	20,5	-1	20	-1,5	21	-0,5	20,5	-1
37	25	25	0	24,5	-0,5	25	0	24,5	-0,5
38	17	17	0	16,5	-0,5	17	0	16,5	-0,5
39	22	22	0	21,5	-0,5	22	0	21,5	-0,5
40	25	25,5	0,5	25	0	25	0	24,5	-0,5
41	21	21,5	0	21	-0,5	21,5	0	21	-0,5
42	22	22,5	0	22	-0,5	22	-0,5	21,5	-1
43	25	25	0	24,5	-0,5	25,5	0,5	25	0

De nte	C D	RootZ X CEF	CD/ CEF	RootZX CEC	CD/ CEC	SmarPe x CEF	CD/ CEF	SmarPe x CEC	CD/ CEC
44	24	23	-1	22,5	-1,5	23	-1	22,5	-1,5
45	22	22	-0,5	21,5	-1	21,5	-1	21	-1,5
46	25	24	-1	23,5	-1,5	24,5	-0,5	24	-1
47	24	24,5	0	24	-0,5	24	-0,5	23,5	-1
48	24	24	0	23,5	-0,5	24	0	23,5	-0,5
49	28	28	0	27,5	-0,5	27,5	-0,5	27	-1
50	22	23	0,5	22,5	0	23	0,5	22,5	0
51	19	19,5	0	19	-0,5	19,5	0	19	-0,5
52	20	20	-0,5	19,5	-1	20	-0,5	19,5	-1
53	23	23	-0,5	22,5	-1	23	-0,5	22,5	-1
54	27	26,5	-0,5	26	-1	26,5	-0,5	26	-1
55	17	17	-0,5	16,5	-1	17,5	0	17	-0,5
56	19	19	-0,5	18,5	-1	19	-0,5	18,5	-1
57	24	24,5	0	24	-0,5	25	0,5	24,5	0
58	21	20,5	-0,5	20	-1	20,5	-0,5	20	-1
59	25	25	0	24	-1	25	0	24,5	-0,5
60	21	21,5	0,5	21	0	21	0	21	0
61	17	17	-0,5	16,5	-1	17,5	0	17	-0,5
62	19	17,5	-1,5	17	-2	18	-1	17,5	-1,5
63	19	19	-0,5	18,5	-1	19	-0,5	18,5	-1
64	24	23,5	-0,5	23	-1	23,5	-0,5	23	-1
65	27	27	0	26,5	-0,5	27	0	26,5	-0,5

De nte	C D	RootZ x CEF	CD/ CEF	RootZX CEC	CD/ CEC	SmarPe x CEF	CD/ CEF	SmarPe x CEC	CD/ CEC
66	17	16	-1	15,5	-1,5	16,5	-0,5	16	-1
67	17,5	17,5	0	17	-0,5	16,5	-1	16	-1,5
68	21	20,5	-0,5	20	-1	20,5	-0,5	20	-1
69	24,5	24	-0,5	23,5	-1	24	-0,5	23,5	-1
70	18	17	-1	16,5	-1,5	17,5	-0,5	17	-1
71	22,5	22,5	0	22	-0,5	22	-0,5	21,5	-1
72	23	22	-1	21,5	-1,5	22	-1	21,5	-1,5
73	22,5	21,5	-1	21	-1,5	22,5	0	22	-0,5
74	20,5	19,5	-1	19	-1,5	20	-0,5	19,5	-1
75	21,5	21,5	0	21	-0,5	21,5	0	21	-0,5
76	17,5	17,5	0	17	-0,5	17,5	0	17	-0,5
77	17,5	17,5	0	17	-0,5	17,5	0	17	-0,5
78	22	22	0	21,5	-0,5	22	0	21,5	-0,5
79	21,5	22	0,5	21,5	0	22	0,5	21,5	0
80	19	18,5	-0,5	18	-1	18,5	-0,5	18	-1
81	18	18	0	17,5	-0,5	18	0	17,5	-0,5
82	23,5	22,5	-1	22	-1,5	23,5	0	23	-0,5
83	23,5	23,5	0	22	-1,5	23,5	0	23	-0,5
84	25	24	-1	24	-1	25,5	0,5	25	0
85	23,5	23	-0,5	22,5	-1	23	-0,5	22,5	-1

De nte	C D	RootZ x CEF	CD/ CEF	RootZX CEC	CD/ CEC	SmarPe x CEF	CD/ CEF	SmarPe x CEC	CD/ CEC
86	22 ,5	22	-0,5	21,5	-1	22	-0,5	21,5	-1
87	22	22	0	21	-1	22	0	21,5	-0,5
88	23	23	0	22,5	-0,5	23	0	22,5	-0,5
89	22 ,5	22,5	0	22	-0,5	22,5	0	22	-0,5
90	21 ,5	21,5	0	21	-0,5	21,5	0	21	-0,5
91	20	20	0	19,5	-0,5	20	0	19,5	-0,5
92	21 ,5	21	-0,5	20,5	-1	21	-0,5	20,5	-1
93	16 ,5	17	0,5	16,5	0	17	0,5	16,5	0
94	23 ,5	22,5	-0,5	22	-1	22,5	-0,5	22	-1
95	21 ,5	21	-0,5	19,5	-2	21	-0,5	20,5	-1
96	20 ,5	21	0,5	19,5	-1	20,5	0	20	-0,5
97	22	20,5	-1,5	20	-2	22	0	21,5	-0,5
98	20 ,5	20	-0,5	19,5	-1	20	-0,5	19,5	-1
99	20	20	0	19,5	-0,5	20	0	19,5	-0,5
100	21	21,5	0,5	21	0	21,5	0,5	21	0

ANEXO

Certificado

http://www.reitoria.ufsc.br/~hpcep/projeto_cep/cer...

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

CERTIFICADO Nº 1087

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, instituído pela PORTARIA N.º 0384/GR.99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e funcionamento do CEPSH, considerando o contido no Regulamento Interno do CEPSH, CERTIFICA que os procedimentos que envolvem seres humanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP.

APROVADO

PROCESSO: 1087 FR: 382157

TÍTULO: "Comparação da capacidade de dois localizadores apicais eletrônicos de determinar o limite apical da instrumentação endodôntica: estudo ex vivo".

AUTOR: Mara Cristina Santos Felipe, Martha Klasener

FLORIANÓPOLIS, 29 de Novembro de 2010.